



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets <sup>7</sup> : <b>G01M 11/00</b>	<b>A1</b>	(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 00/22402</b> (43) Date de publication internationale: 20 avril 2000 (20.04.00)
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR99/02400</p> <p>(22) Date de dépôt international: 7 octobre 1999 (07.10.99)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité: 98/12601 8 octobre 1998 (08.10.98) FR</p> <p>(71) Déposants (pour tous les Etats désignés sauf US): ONERA (OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DE RECHERCHES AEROSPATIALES) [FR/FR]; 29, avenue de la Division Leclerc, F-92320 Chatillon (FR). AEROSPATIALE MATRA [FR/FR]; 37, boulevard de Montmorency, F-75016 Paris (FR).</p> <p>(72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): DUCHENNE, Bruno [FR/FR]; 7, Impasse de la Forge, F-31650 Saint Orens de Gameville (FR). ISBERT, Jacques [FR/FR]; 25, rue Saint Hippolyte, F-31100 Toulouse (FR).</p> <p>(74) Mandataire: BONNETAT, Christian; Cabinet Bonnetat, 29, rue de St. Pétersbourg, F-75008 Paris (FR).</p>	<p>(81) Etats désignés: CA, CN, JP, RU, US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Publiée Avec rapport de recherche internationale.</p>	

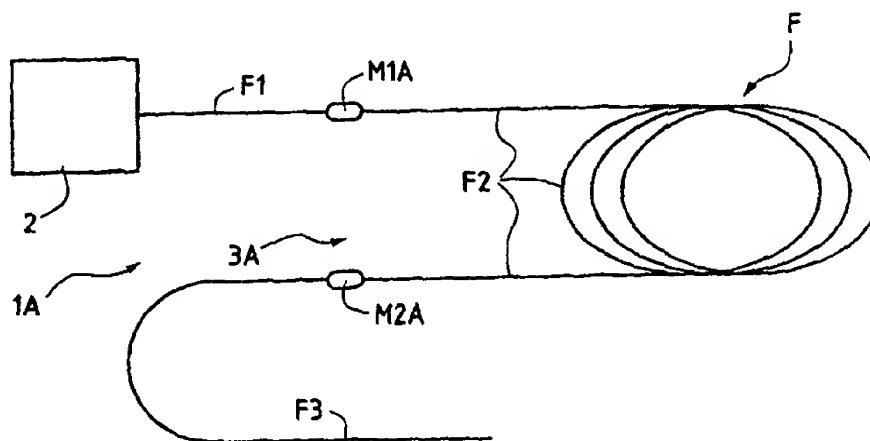
(54) Title: ELECTROMAGNETIC PULSE TRAIN GENERATION FOR TESTING OPTICAL FIBRES

(54) Titre: GENERATION D'UN TRAIN D'IMPULSIONS ELECTROMAGNETIQUES POUR TEST DE FIBRES OPTIQUES

## (57) Abstract

The invention concerns a testing system and method, and a device emitting electromagnetic pulses comprising a generator (2) and an optical fibre (F) capable of transmitting an electromagnetic pulse generated by said generator (2). The invention is characterised in that said device (1A) further comprises at least an optical cavity (3A) which is arranged on the path of an incident electromagnetic pulse transmitted by the optical fibre (F) and comprising an input

provided with a first partially reflecting mirror (M1A) and an output provided with a second partially reflecting mirror (M2A), said mirrors being arranged so as to generate at the optical cavity (3A) output, from one single incident electromagnetic pulse, a train of radiated electromagnetic pulses, whereof the geometric extent characteristics are variable.



(57) Abrégé

La présente invention concerne un système et un procédé de test, ainsi qu'un dispositif d'émission d'impulsions électromagnétiques comportant un générateur (2) et une fibre optique (F) susceptible de transmettre une impulsion électromagnétique engendrée par ledit générateur (2). Selon l'invention, ledit dispositif (1A) comporte de plus au moins une cavité optique (3A) qui est agencée sur le trajet d'une impulsion électromagnétique incidente transmise par la fibre optique (F) et qui comporte une entrée munie d'un premier miroir (M1A) partiellement réfléchissant et une sortie munie d'un second miroir (M2A) partiellement réfléchissant, lesdits miroirs étant agencés de manière à créer à la sortie de la cavité optique (3A), à partir d'une seule impulsion électromagnétique incidente, un train d'impulsions électromagnétiques rayonnées, dont des caractéristiques d'étendue géométrique sont variables.

*UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION*

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

## GENERATION D'UN TRAIN D'IMPULSIONS ELECTROMAGNETIQUES POUR TEST DE FIBRES OPTIQUES

La présente invention concerne un dispositif d'émission d'impulsions électromagnétiques, ainsi qu'un système et un procédé de test d'éléments à fibres optiques.

Ledit dispositif du type comportant :

- 5     – un générateur d'au moins une impulsion électromagnétique, notamment une impulsion lumineuse ; et
- au moins une fibre optique susceptible de transmettre une impulsion électromagnétique engendrée par ledit générateur, en vue de son émission ,
- 10    est susceptible d'être appliqué plus particulièrement, bien que non exclusivement, à un système de test pour déterminer des paramètres caractéristiques, notamment les pertes d'un élément à fibre optique, en particulier un composant fibré, une liaison fibrée ou un réseau à fibre optique.

Par le brevet US-5 251 002, on connaît un tel système de test, qui comporte :

- 15     – un tel dispositif d'émission ou source optique susceptible d'émettre une impulsion lumineuse ;
- un photorécepteur susceptible de mesurer des caractéristiques optiques d'une impulsion lumineuse émise par ladite source optique et transmise par un élément à fibre optique ; et
- 20     – des moyens d'acquisition, de mémorisation et de traitement de données, qui reçoivent les mesures engendrées par ledit photorécepteur pour ledit élément à fibre optique à tester et pour un élément à fibre optique de référence et qui déterminent à partir de ces mesures les pertes dudit élément à fibre optique à tester.
- 25

De façon connue, ladite source optique ou ledit dispositif d'émission présente des conditions d'émission, notamment en ce qui concerne l'angle solide d'émission et la surface d'éclairement, qui sont fixes et uniformes.

5           Aussi, ledit système de test connu ne permet de réaliser des tests que pour une configuration déterminée du faisceau lumineux utilisé, tel qu'il est émis par ladite source optique. Ce système de test connu met donc en oeuvre un procédé qui ne mesure que les pertes relatives à une seule impulsion déterminée et émise par ladite source optique.

10           Or, en pratique, la configuration du faisceau lumineux engendré par la source optique n'est pas toujours celle utilisée effectivement dans ledit élément optique à tester. Par conséquent, la fiabilité de ce système de test n'est pas satisfaisante.

15           Pour augmenter la fiabilité, il est nécessaire d'échantillonner convenablement les conditions d'éclairement ou d'émission précitées, qui peuvent varier de 0% à 100% de la surface du coeur pour la surface d'émission, et de 0% à 100% de l'ouverture numérique pour l'angle solide d'émission. Dans les cas rencontrés habituellement, les conditions peuvent varier de 70% à 100%.

20           A cet effet, il est conseillé de prévoir un pas d'échantillonnage de 2% au plus. Ceci suppose donc d'utiliser au moins une quinzaine de sources optiques différentes, dont chacune présente des conditions d'éclairement appropriées, pour obtenir un échantillonnage satisfaisant.

25           Cette solution n'est donc guère satisfaisante, notamment en raison d'un coût et d'une durée de mise en oeuvre élevés et de manipulations importantes.

La présente invention a pour objet de remédier à ces inconvénients, et notamment à ceux liés à l'existence de conditions d'émission fixes et uniformes de la source optique.

Elle concerne un dispositif d'émission d'impulsions électromagnétiques, susceptible d'émettre des impulsions électromagnétiques présentant des caractéristiques d'étendue géométrique d'émission (angle solide d'émission, surface d'émission) qui sont variables.

5           A cet effet, selon l'invention, ledit dispositif d'émission d'impulsions électromagnétiques comportant :

- un générateur d'au moins une impulsion électromagnétique ; et
- au moins une fibre optique susceptible de transmettre une impulsion électromagnétique engendrée par ledit générateur, en vue de son émission,

10           est remarquable en ce qu'il comporte de plus au moins une cavité optique :

- qui est agencée sur le trajet d'une impulsion électromagnétique incidente transmise par ladite fibre optique ; et
- 15   – qui comporte une entrée munie d'un premier miroir partiellement réfléchissant et une sortie munie d'un second miroir partiellement réfléchissant, lesdits premier et second miroirs étant agencés de manière à créer à la sortie de ladite cavité optique, à partir d'une seule impulsion électromagnétique incidente, un train d'impulsions électromagnétiques,
- 20   dont des caractéristiques d'étendue géométrique sont variables, qui sont émises et associées à ladite impulsion électromagnétique incidente.

          Ainsi, grâce à ladite cavité optique, le train d'impulsions émis comporte des impulsions soumises à des nombres variables de réflexions sur lesdits miroirs et parcourant donc dans ladite cavité des distances variables. Or, comme de façon connue les caractéristiques d'étendue géométrique précitées varient en fonction de la distance parcourue, les différentes impulsions dudit train d'impulsions présentent des caractéris-

25

tiques d'étendue géométrique (angle solide d'émission, surface d'émission) variables.

Par conséquent, en choisissant des caractéristiques appropriées de ladite cavité optique, et notamment le rapport réflexion/transmission  
5 des miroirs partiellement réfléchissants et la distance entre ces derniers, on est en mesure de former une pluralité d'impulsions présentant des caractéristiques d'émission prédéterminées.

En particulier, lorsque ledit dispositif d'émission est appliqué à un système de test du type précité, on peut former un train d'impulsions particulier, comprenant les différentes configurations possibles pour les fais-  
10 ceaux lumineux susceptibles d'être transmis par l'élément à tester.

Ceci permet de remédier aux inconvénients précités du système de test connu et décrit en particulier dans le brevet US-5 251 002, puisqu'il n'est plus nécessaire de prévoir une pluralité de sources optiques  
15 différentes pour réaliser un test global.

Par ailleurs, de façon avantageuse, au moins l'un desdits premier et second miroirs est relié à deux tronçons de la fibre optique :

- dans un premier mode de réalisation, directement par des faces opposées ; et
- 20 - dans un second mode de réalisation, par l'intermédiaire d'un moyen de couplage optique associé.

Dans ce second mode de réalisation, ledit ou chacun desdits moyens de couplage optique comporte avantageusement :

- dans une première variante de réalisation, deux lentilles reliant opti-  
25 quement lesdits deux tronçons de la fibre optique, le miroir associé audit moyen de couplage optique étant agencé entre lesdites lentilles ;
- dans une deuxième variante de réalisation, une seule lentille à gradient d'indice à demi-onde, ledit miroir étant agencé sur la face dudit moyen de couplage optique, interne à ladite cavité optique ; et

– dans une troisième variante de réalisation, deux lentilles à gradient d'indice à quart d'onde, reliant optiquement lesdits deux tronçons de la fibre optique, le miroir associé audit moyen de couplage optique étant agencé entre lesdites lentilles.

5 Par ailleurs, de façon avantageuse, le dispositif conforme à l'invention comporte des moyens empêchant un retour vers ledit générateur d'une impulsion engendrée par ce dernier. A cet effet, lesdits moyens comprennent, de préférence, au moins un piège à lumière qui coopère avec le moyen de couplage optique associé audit premier miroir.

10 En outre, avantageusement, ledit générateur est susceptible d'engendrer au moins deux impulsions, de longueurs d'onde différentes, ce qui permet notamment, lors de l'application à un système de test, de mesurer simultanément les pertes à plusieurs longueurs d'onde de fonctionnement de certains types de liaisons, comme par exemple des liaisons de  
15 vidéocommunication fonctionnant à des longueurs d'onde de 0,85  $\mu\text{m}$  et 1,3  $\mu\text{m}$ .

La présente invention concerne également un système de test du type précité.

20 Selon l'invention, ledit système de test est remarquable en ce que la source optique de ce système comporte un dispositif d'émission d'impulsions lumineuses, tel que celui mentionné ci-dessus.

En plus des avantages indiqués précédemment, ce système de test conforme à l'invention présente une durée de fonctionnement (ou une durée de vie) plus importante que celui décrit dans le brevet US-5  
25 251 002. En effet, ce dernier système connu qui comporte des commutateurs électro-optiques ne permet qu'un nombre relativement réduit d'utilisations et de plus il est sensible aux conditions d'environnement, ce qui n'est pas le cas du système conforme à l'invention, qui ne comporte pas d'élément mécanique en mouvement.

On notera de plus que la fibre optique du dispositif d'émission d'impulsions présente généralement des caractéristiques (diamètre de coeur et ouverture numérique) identiques à celles de l'élément à fibre optique à tester. Ceci permet de faire varier au cours du temps, dans le même sens, la surface d'émission et l'angle solide d'émission, ces deux dernières caractéristiques d'étendue géométrique diminuant pour chacune des impulsions successives.

Toutefois, dans un mode de réalisation particulier, on forme le dispositif d'émission d'impulsions électromagnétiques de sorte que l'une desdites caractéristiques d'étendue géométrique est constante et l'autre variable.

A cet effet, selon l'invention :

- pour obtenir un angle solide d'émission constant, on prévoit une fibre optique présentant le même diamètre de coeur que le diamètre de coeur de l'élément à fibre optique à tester, mais une ouverture numérique qui est supérieure ; et
- pour obtenir une surface d'émission constante, on prévoit une fibre optique présentant la même ouverture numérique, mais un diamètre de coeur supérieur par rapport à l'élément à tester.

Par ailleurs, la présente invention concerne également un procédé de test pour déterminer la valeur d'au moins un paramètre caractéristique, tel que l'atténuation de l'intensité électromagnétique, d'un élément à fibre optique, procédé qui permet notamment de remédier aux inconvénients précités du procédé connu et mis en oeuvre par le système de test décrit dans le brevet US-5 251 002.

Ce procédé connu réalise en effet des mesures, comme indiqué précédemment, pour un seul type d'impulsion. Aussi, lorsqu'on nécessite des informations pour une pluralité d'impulsions différentes, il est nécessaire de mettre en oeuvre ledit procédé connu pour chacune desdites im-



pulsions. De plus, pour pouvoir adapter ou comparer les résultats obtenus alors, il convient de créer pour chacun de ces différents tests les mêmes conditions de mise en oeuvre, ce qui est long, fastidieux et source d'erreurs.

5           Afin de remédier à ces inconvénients, selon l'invention, ledit procédé pour déterminer la valeur d'au moins un paramètre caractéristique d'un élément à fibre optique, procédé selon lequel :

- a) on engendre au moins une impulsion électromagnétique, que l'on injecte dans ledit élément à fibre optique ;
- 10   b) on réalise des mesures relatives à ladite impulsion électromagnétique transmise par ledit élément à fibre optique ; et
- c) on détermine ledit paramètre caractéristique au moins à partir desdites mesures,

est remarquable en ce qu'à l'étape a), on engendre un train d'impulsions électromagnétiques, dont au moins certaines des impulsions électromagnétiques présentent des valeurs différentes pour au moins une caractéristique optique, notamment une caractéristique d'étendue géométrique d'émission telle que la surface d'émission ou l'angle solide d'émission, et en ce qu'à l'étape c), on détermine la valeur dudit paramètre caractéristique pour chacune desdites impulsions électromagnétiques différentes dudit train d'impulsions.

15

20

Ainsi, grâce à l'invention, on réalise, en une seule mise en oeuvre du procédé, des tests pour une pluralité d'impulsions différentes, ce qui entraîne de nombreux avantages, et notamment une réduction de la durée et du coût des tests lorsque ceux-ci doivent être réalisés pour une pluralité d'impulsions différentes, ainsi qu'une augmentation de la précision, puisqu'il n'est plus nécessaire d'essayer de recréer des conditions de mise en oeuvre identiques pour une pluralité de tests différents.

25

De façon avantageuse, pour engendrer ledit train d'impulsions :

- on forme à partir d'une impulsion électromagnétique incidente une pluralité d'impulsions ; et
- on fait parcourir auxdites impulsions des distances différentes dans au moins une fibre optique, lesdites impulsions formant à la sortie de ladite fibre optique ledit train d'impulsions.

Ceci est réalisé de préférence en utilisant le dispositif précité et conforme à l'invention.

De plus, avantageusement, ledit paramètre caractéristique représente les pertes dudit élément à fibre optique et, à l'étape b), on réalise des mesures pour ledit élément à fibre optique et pour un élément à fibre optique de référence.

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

La figure 1 représente un dispositif conforme à l'invention.

Les figures 2 à 4 représentent respectivement, de façon schématique et non exhaustive, trois modes de réalisation différents d'un dispositif conforme à l'invention.

La figure 5 représente schématiquement un système de test conforme à l'invention d'un élément à fibre optique.

Le dispositif conforme à l'invention 1A, 1B, 1C et 1D, représenté respectivement sur les figures 1 à 4, est destiné à émettre des impulsions électromagnétiques, en l'occurrence des impulsions lumineuses.

Ledit dispositif 1A à 1D est du type comportant :

- un générateur 2, par exemple une diode électroluminescente, une diode laser ou une diode superluminescente, susceptible d'engendrer une impulsion lumineuse ; et

- une fibre optique F reliée au générateur 2 et susceptible de transmettre une impulsion lumineuse engendrée par ledit générateur 2, en vue de son émission.

Les caractéristiques d'étendue géométrique d'émission de ce générateur 2 sont, de façon connue, fixes et uniformes en ce qui concerne l'angle solide d'émission et la surface d'émission.

Selon l'invention, pour obtenir des caractéristiques d'étendue géométrique variables, ledit dispositif 1A à 1D comporte, de plus, une cavité optique 3A à 3D.

Chacune desdites cavités optiques 3A à 3D comprend :

- un premier miroir, respectivement M1A, M1B, M1C et M1D, du type partiellement réfléchissant, qui est agencé entre deux tronçons F1 et F2 de la fibre optique F, ledit tronçon F1 étant relié au générateur 2 de façon connue ;
- un second miroir, respectivement M2A, M2B, M2C et M2D, pouvant être de même type que ledit premier miroir, qui est agencé entre le tronçon F2 et un tronçon F3 de la fibre optique F ; et
- ledit tronçon F2 qui permet de relier ensemble lesdits premier et second miroirs.

Ainsi, une impulsion lumineuse qui est engendrée par le générateur 2 et pénètre dans la cavité optique 3A à 3D est partiellement transmise par le miroir M2A à M2D et partiellement réfléchi par ce dernier, la partie réfléchi étant ensuite également partiellement réfléchi par le miroir M1A à M1D de manière à revenir vers ledit miroir M2A à M2D où elle est de nouveau partiellement réfléchi et partiellement transmise, et ainsi de suite, ce qui permet de produire à la sortie de la cavité optique 3A à 3D un train d'impulsions décalées temporellement.

Chacune desdites impulsions a donc parcouru un trajet de longueur différente dans le tronçon F2.

Or, la théorie [S.D Personick, Bell Syst Tech J. 50, 843, (1971)] confirmée par l'expérimentation démontre que les conditions de propagation d'une onde lumineuse dans une fibre optique varient en fonction de la longueur de la fibre, en l'occurrence du tronçon F2. Cette variation  
5 (élargissement temporel de l'impulsion injectée ou variation de l'étendue géométrique : diamètre de coeur et ouverture numérique liée à l'angle solide) est une variation en fonction de la longueur jusqu'à une longueur de fibre définie comme longueur d'équilibre modal, et au-delà la variation de l'élargissement de l'impulsion est fonction de la racine carrée de la  
10 longueur et l'étendue géométrique est constante. Cet état d'équilibre modal est atteint lorsque la lumière mélangée dans un mode est compensée statistiquement par la lumière qui s'en échappe.

Par conséquent, les différentes impulsions du train d'impulsions, émis par le dispositif 1A à 1D, présentent des caractéristiques d'étendue  
15 géométrique d'émission variables.

Ainsi, par un choix approprié de la cavité optique 3A à 3D, notamment en ce qui concerne la longueur du tronçon F2 et le rapport de transmission/réflexion desdits premier et second miroirs, on est en mesure de définir précisément les caractéristiques d'étendue géométrique  
20 des différentes impulsions émises et ainsi d'obtenir, grâce à l'invention, à partir d'une seule impulsion engendrée par le générateur 2, un train d'impulsions variables et précisément définies.

On notera que la génération par une cavité optique de longueur  $\ell$ , à partir d'une impulsion injectée, d'un train d'impulsions, permet d'obtenir,  
25 pour l'impulsion de sortie de rang N, l'équivalent de propagation (dispersion modale, chromatique, évolution de l'étendue géométrique) dans une fibre de longueur  $\ell$  (2N-1).

A titre d'exemple, le dispositif 1A à 1D conforme à l'invention permet d'émettre un train d'impulsions engendrant une quinzaine de ca-

ractéristiques d'émission différentes, comprises entre les limites suivantes :

- 70% à 100% de l'ouverture numérique d'une fibre optique éclairée ; et
- 70% à 100% du diamètre de coeur de ladite fibre optique éclairée.

5 Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 1, les miroirs M1A et M2A comportent chacun une couche de matériau partiellement réfléchissant qui est déposé directement sur un tronçon de la fibre optique F et les tronçons adjacents sont collés l'un contre l'autre, tandis que dans les modes de réalisation des figures 2 à 4, les miroirs M1B, M2B, M1C, M2C, M1D et M2D sont associés respectivement à des moyens de couplage optique C1B, C2B, C1C, C2C, C1D et C2D précisés ci-dessous.

10 Comme on peut le voir sur la figure 2, les moyens de couplage C1B et C2B comportent chacun deux lentilles 4, 5 et 6, 7, par exemple des lentilles sphériques ou asphériques, entre lesquelles est agencé le miroir M1B, M2B correspondant.

15 De plus, la lentille 4 est reliée au tronçon F1, les lentilles 5 et 7 au tronçon F2 et la lentille 6 au tronçon F3, de manière connue.

En outre, les moyens de couplage optique C1C et C2C comportent chacun deux lentilles 8, 9 et 10, 11 du type à gradient d'indice, à quart d'onde, reliées aux tronçons F1 à F3 de la fibre optique F et entre lesquelles est agencé le miroir M1C, M2C correspondant, comme représenté sur la figure 3.

20 Quant aux moyens de couplage optique C1D et C2D montrés sur la figure 4, ils comportent chacun une lentille 12, 13 du type à gradient d'indice à demi-onde, et les miroirs M1D et M2D correspondants sont agencés sur les faces 14 et 15 desdits moyens de couplage optique C1D et C2D, qui sont internes à la cavité optique 3D.

De plus, ledit moyen C1D comporte un piège à lumière 16 destiné à éliminer la lumière qui est réfléchie par le miroir M1D et donc à empê-

cher un retour vers le générateur 2 d'une impulsion émise par ce dernier ou d'une partie de cette impulsion. Bien entendu, un tel piège à lumière peut être prévu sur les différents modes de réalisation possibles.

En outre, on notera que, selon l'invention :

- 5     – les techniques d'alignement et de montage entre les tronçons de fibre optique et les moyens de couplage peuvent être de tout type connu ;
- le dépôt des couches réfléchissantes des miroirs peut être effectué soit sur les deux extrémités de la fibre F2 de la cavité optique, soit sur les moyens de couplage ;
- 10    – la longueur de la fibre optique F2 de la cavité optique peut être choisie dans une large plage de valeurs. A titre d'exemple, cette longueur peut être égale à 50 mètres ;
- le dispositif 1A à 1D s'applique à tout type de fibre optique F multimode, quel que soit son diamètre de coeur et de gaine, et quel que soit
- 15    le matériau utilisé pour sa réalisation (silice, silicone, polymère) ; et
- ledit dispositif 1A à 1D ne comprend pas d'élément mécanique en mouvement, source de panne.

On notera de plus que de très nombreuses applications du dispositif 1A à 1D précité sont possibles, notamment pour réaliser des mesures, et en particulier pour mesurer différents paramètres caractéristiques tels que :

- 20    – l'atténuation de composants ou de harnais à fibres optiques ou de réseaux fibrés multimode ;
- la fonction de transfert modal de composants ou de harnais à fibres
- 25    optiques ;
- le taux d'erreur d'une liaison à fibre optique ; ou
- la bande passante d'une fibre optique multimode.

A cet effet, la présente invention concerne également un procédé pour mesurer un tel paramètre caractéristique d'un élément à fibre optique, et notamment les pertes de ce dernier.

Plus précisément, elle concerne un procédé selon lequel :

- 5 a) on engendre au moins une impulsion électromagnétique, notamment lumineuse, que l'on émet dans ledit élément à fibre optique ;
- b) on réalise des mesures relatives à ladite impulsion électromagnétique transmise par ledit élément à fibre optique ; et
- 10 c) on détermine ledit paramètre caractéristique au moins à partir desdites mesures.

Selon l'invention, à l'étape a), on engendre un train d'impulsions électromagnétiques, dont au moins certaines des impulsions électromagnétiques présentent des valeurs différentes pour au moins une caractéristique optique, notamment une caractéristique d'étendue géométrique d'émission, et, à l'étape c), on détermine la valeur dudit paramètre caractéristique pour chacune desdites impulsions électromagnétiques différentes dudit train d'impulsions.

Sur la figure 5, on a représenté un système de test 18 conforme à l'invention, qui permet de mettre en oeuvre le procédé précité et qui est destiné à déterminer les pertes d'un élément 19 à fibre optique, par exemple un composant fibré, une liaison fibrée ou un réseau à fibre optique.

A cet effet, ledit système 18 comporte selon l'invention :

- 25 – un dispositif d'émission d'impulsions lumineuses tel que précité, conforme à l'invention et correspondant en l'occurrence, à titre d'exemple, à celui du mode de réalisation 1D de la figure 4 ;
- un photorécepteur 20, de type connu, par exemple une photodiode PIN ou une photodiode APD, susceptible de mesurer des caractéristiques telles que l'intensité d'une impulsion lumineuse qui est émise par ledit

dispositif 1D et qui est transmise par un élément 19 ou 21 à fibre optique ;

- des moyens 22, par exemple une mémoire, reliés par une liaison électrique 23 au photorécepteur 20 et destinés à enregistrer les mesures réalisées par ledit photorécepteur 20 ; et
- des moyens 24 reliés respectivement par des liaisons électriques 25 et 26 au générateur 2 et aux moyens 22 et déterminant à partir des mesures reçues et effectuées par le photorécepteur 20, d'une part pour ledit élément 19 à tester, et, d'autre part, pour un élément de référence 21, par exemple une simple fibre optique de courte longueur, les pertes dudit élément 19.

Les résultats des tests ainsi réalisés peuvent être affichés par des moyens 27 reliés par l'intermédiaire d'une liaison électrique 28 auxdits moyens 24.

- 15 Pour réaliser les mesures, les éléments 19 et 21 peuvent être reliés au tronçon F3 et à un tronçon F4 (solidaire du photorécepteur 20) de la fibre optique, par l'intermédiaire de moyens E1, E2 connus, coopérant ensemble et formant par exemple une embase universelle.

- 20 Le tronçon F3 et l'élément 19 présentent le même diamètre de coeur et la même ouverture numérique. Toutefois, dans le cadre de la présente invention, l'une de ces caractéristiques peut également être différente d'un élément à l'autre, pour obtenir simultanément une caractéristique d'étendue géométrique (la surface d'émission par exemple) constante et une caractéristique d'étendue géométrique (l'angle solide d'émission par exemple) variable.
- 25



## REVENDICATIONS

1. Dispositif d'émission d'impulsions électromagnétiques comportant :

– un générateur (2) d'au moins une impulsion électromagnétique ; et

5 – au moins une fibre optique (F) susceptible de transmettre une impulsion électromagnétique engendrée par ledit générateur (2), en vue de son émission,

caractérisé en ce qu'il comporte de plus au moins une cavité optique (3A, 3B, 3C, 3D) :

10 – qui est agencée sur le trajet d'une impulsion électromagnétique incidente transmise par ladite fibre optique (F) ; et

– qui comporte une entrée munie d'un premier miroir (M1A, M1B, M1C, M1D) partiellement réfléchissant et une sortie munie d'un second miroir (M2A, M2B, M2C, M2D) partiellement réfléchissant, lesdits premier et second miroirs étant agencés de manière à créer à la sortie de ladite cavité optique (3A, 3B, 3C, 3D), à partir d'une seule impulsion électromagnétique incidente, un train d'impulsions électromagnétiques émises, dont des caractéristiques d'étendue géométrique sont variables, et associées à ladite impulsion électromagnétique incidente.

20 2. Dispositif selon la revendication 1,

caractérisé en ce qu'au moins l'un desdits premier et second miroirs (M1A, M2A) est relié directement par des faces opposées à deux tronçons (F1, F2, F3) de ladite fibre optique (F).

3. Dispositif selon la revendication 1,

25 caractérisé en ce qu'au moins l'un desdits premier et second miroirs (M1B, M2B, M1C, M2C, M1D, M2D) est relié, par l'intermédiaire d'un moyen de couplage optique (C1B, C2B, C1C, C2C, C1D, C2D) associé, à deux tronçons (F1, F2, F3) de ladite fibre optique (F).

4. Dispositif selon la revendication 3,  
caractérisé en ce que ledit moyen de couplage optique (C1B, C2B) com-  
porte deux lentilles (4 à 7) reliant optiquement lesdits deux tronçons (F1,  
F2, F3) de la fibre optique (F), le miroir (M1B, M2B) associé audit moyen  
5 de couplage optique (C1B, C2B) étant agencé entre lesdites lentilles (4 à  
7).

5. Dispositif selon la revendication 3,  
caractérisé en ce que ledit moyen de couplage optique comporte au  
moins une lentille (8 à 13) à gradient d'indice.

10 6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précéden-  
tes,  
caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (16) empêchant un retour  
vers ledit générateur (2) d'une impulsion électromagnétique engendrée  
par ce dernier.

15 7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précéden-  
tes,  
caractérisé en ce que ledit générateur (2) est susceptible d'engendrer au  
moins deux impulsions, de longueurs d'onde différentes.

20 8. Système de test pour déterminer les pertes d'un élément à fibre  
optique, ledit système comportant :

- une source optique (1D) susceptible d'émettre au moins une impulsion  
électromagnétique ;
- un photorécepteur (20) susceptible de mesurer des caractéristiques  
d'une impulsion électromagnétique émise par ladite source optique (1D)  
25 et transmise par un élément à fibre optique (19, 21) ; et
- des moyens (22, 24) d'acquisition, de mémorisation et de traitement  
de données qui reçoivent les mesures engendrées par ledit photorécep-  
teur (20) pour ledit élément (19) à fibre optique à tester et pour un

élément (21) à fibre optique de référence et qui déterminent, à partir de ces mesures, les pertes dudit élément (19) à fibre optique à tester, caractérisé en ce que ladite source optique comporte le dispositif (1D) spécifié sous l'une quelconque des revendications 1 à 7.

5           9. Système de test selon la revendication 8, caractérisé en ce que la fibre optique (F) du dispositif (1D) d'émission d'impulsions électromagnétiques présente au moins deux caractéristiques, le diamètre de coeur et l'ouverture numérique, qui sont prédéterminées, et en ce qu'au moins l'une desdites caractéristiques de ladite fibre opti-  
10       que (F) est identique à celle de l'élément (19) à fibre optique à tester.

10. Utilisation du dispositif spécifié sous l'une quelconque des revendications 1 à 7, pour déterminer la valeur d'au moins un paramètre caractéristique d'un élément à fibre optique, utilisation selon laquelle :

- 15       a) on engendre au moins une impulsion électromagnétique, que l'on émet dans ledit élément (19) à fibre optique ;
  - b) on réalise des mesures relatives à ladite impulsion électromagnétique transmise par ledit élément (19) à fibre optique ; et
  - c) on détermine ledit paramètre caractéristique au moins à partir desdites mesures,
- 20       caractérisée en ce qu'à l'étape a), on engendre au moyen dudit dispositif un train d'impulsions électromagnétiques, dont au moins certaines des impulsions électromagnétiques présentent des valeurs différentes pour au moins une caractéristique optique, et en ce qu'à l'étape c), on détermine  
25       la valeur dudit paramètre caractéristique pour chacune desdites impulsions électromagnétiques différentes dudit train d'impulsions.



1/3

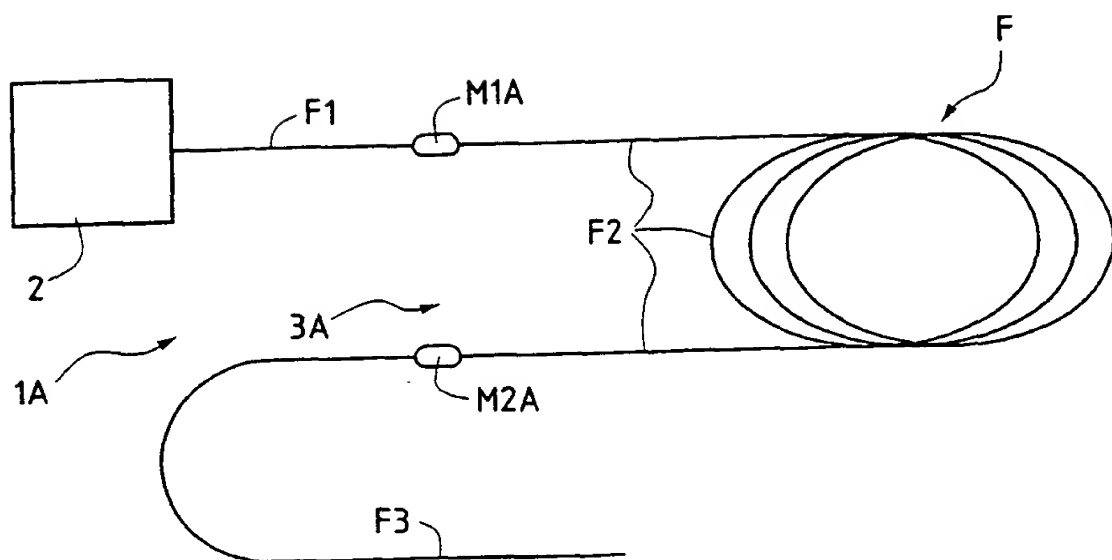


FIG.1

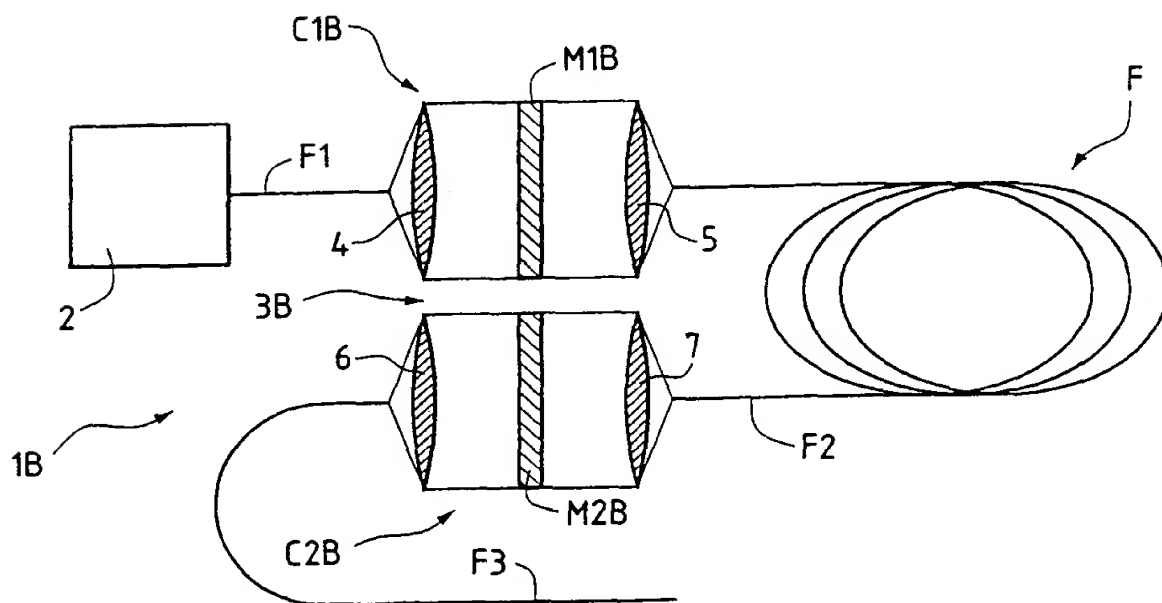


FIG.2



2/3

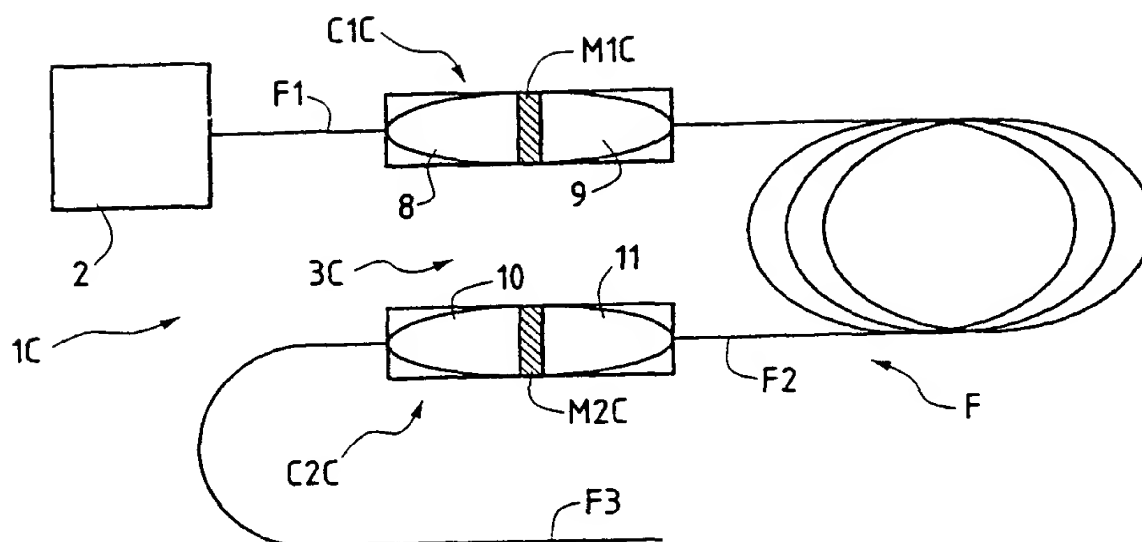


FIG.3

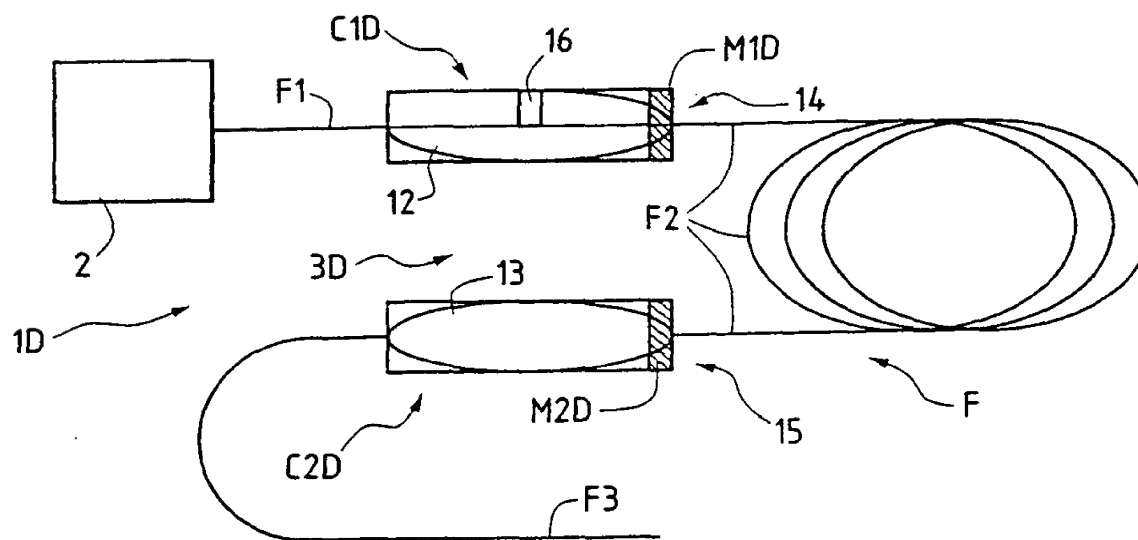


FIG.4





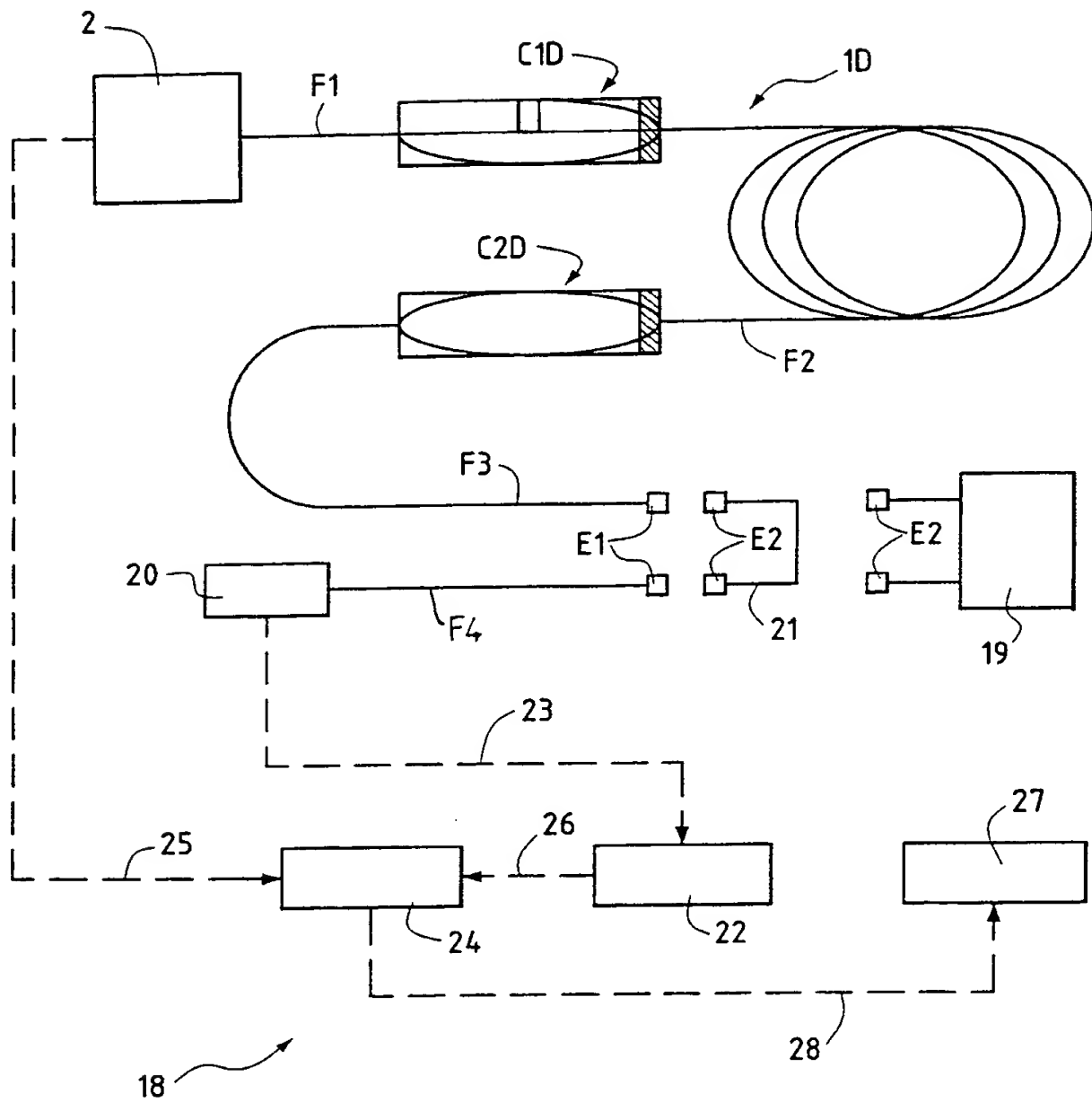


FIG.5



A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01M11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	COHEN L G: "Shuttle pulse measurements of pulse spreading in an optical fibre" APPLIED OPTICS, JUNE 1975, USA, vol. 14, no. 6, pages 1351-1356, XP002104827 ISSN 0003-6935	1-3,7-10
Y	the whole document	4-6
Y	EP 0 184 432 A (AMERICAN TELEPHONE & TELEGRAPH) 11 June 1986 (1986-06-11) abstract; figure 1	4,5
Y	FR 2 622 979 A (ONERA (FR)) 12 May 1989 (1989-05-12) abstract; figures	6
A	US 4 497 575 A (PHILIPP HARALD) 5 February 1985 (1985-02-05)	10
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 November 1999

Date of mailing of the international search report

01/12/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Nobrega, R.

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 251 002 A (GRYK THOMAS J) 5 October 1993 (1993-10-05) cited in the application -----	10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 002, no. 035 (E-020), 9 March 1978 (1978-03-09) -& JP 53 001042 A (TOSHIBA CORP), 7 January 1978 (1978-01-07) abstract; figures -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 99/02400

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0184432	A	11-06-1986	JP 61148409 A	07-07-1986
FR 2622979	A	12-05-1989	NONE	
US 4497575	A	05-02-1985	NONE	
US 5251002	A	05-10-1993	NONE	
JP 53001042	A	07-01-1978	NONE	



## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 G01M11/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G01M

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	COHEN L G: "Shuttle pulse measurements of pulse spreading in an optical fibre" APPLIED OPTICS, JUNE 1975, USA, vol. 14, no. 6, pages 1351-1356, XP002104827 ISSN 0003-6935	1-3, 7-10
Y	le document en entier	4-6
Y	EP 0 184 432 A (AMERICAN TELEPHONE & TELEGRAPH) 11 juin 1986 (1986-06-11) abrégé; figure 1	4, 5
Y	FR 2 622 979 A (ONERA (FR)) 12 mai 1989 (1989-05-12) abrégé; figures	6
A	US 4 497 575 A (PHILIPP HARALD) 5 février 1985 (1985-02-05)	10
	--- -/-	



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

## \* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&amp;" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

25 novembre 1999

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

01/12/1999

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P. B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Nobrega, R.

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 251 002 A (GRYK THOMAS J) 5 octobre 1993 (1993-10-05) cité dans la demande ----	10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 002, no. 035 (E-020), 9 mars 1978 (1978-03-09) -& JP 53 001042 A (TOSHIBA CORP), 7 janvier 1978 (1978-01-07) abrégé; figures -----	1



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR 99/02400

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0184432 A	11-06-1986	JP 61148409 A	07-07-1986
FR 2622979 A	12-05-1989	AUCUN	
US 4497575 A	05-02-1985	AUCUN	
US 5251002 A	05-10-1993	AUCUN	
JP 53001042 A	07-01-1978	AUCUN	

